

**Perengkahan Katalitik *Palm Fatty Acid Distillate* Menjadi *Biofuel*  
Menggunakan Katalis Natrium Karbonat dengan Variasi  
Temperatur dan Konsentrasi Katalis Natrium Karbonat**

**Muhammad Yusro Annur<sup>1</sup>, Yelmida<sup>2</sup>, Zultiniar<sup>3</sup>**

Laboratorium Teknik Reaksi Kimia  
Program Studi Teknik Kimia S1, Fakultas Teknik Universitas Riau  
Kampus Binawidya Km 12,5 Simpang Baru Panam, Pekanbaru 28293  
E-mail: yusro1005@yahoo.com

**ABSTRACT**

*Oil Fuel consumption in indonesia is very high and keep increasing every year, but not in balance with total supplies of fuel oil so biofuel as alternative fuel is needed. Biofuels can be produced by catalytic process palm fatty acids destilat (PFAD) using catalysts sodium carbonate ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ). The purpose of this research it to get highest yield in the process of making biofuel with variations of temperature ( $350^\circ\text{C} - 430^\circ\text{C}$ ), concentration catalyst (0,5-2,5 % wt), weight feed PFAD 150 grams and flow rate of  $\text{N}_2$  150 ml/s. The results test of catalytic process obtained by conversion highest value of 37,66 % in temperature  $410^\circ\text{C}$  and catalyst concentration  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  2% wt. wiht composition 38,37% gasoline, 12,79% kerosene and 30,61% diesel, while at catalyst concentration  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  1% wt. obtained yield 31,77% with composition 38,37% gasoline, 12,79% kerosene and 30,61% diesel. Dominant composition results in this research are kerosene and gasoline fraction.*

*Keyword : Biofuel, Cracking, Gasoline, Kerosene, PFAD*

## **1. Pendahuluan**

Konsumsi bahan bakar minyak (BBM) di Indonesia sangat tinggi dan meningkat terus dari tahun ke tahun. Menurut kajian *Boston Consulting Group* (BCG) dan *BTP Biofuel*, diperkirakan akan terjadi peningkatan konsumsi, baik Premium, Solar, maupun *Fuel Oil* sedangkan konsumsi minyak tanah akan terjadi penurunan. Pada tahun 2010, total konsumsi sudah mencapai lebih dari 66 juta Kiloliter (KL), sedangkan pada tahun 2015 diperkirakan akan mencapai 73,5 juta KL serta pada tahun 2020 akan mencapai 84,9 juta KL. [Armansyah, 2011].

Tingginya laju peningkatan konsumsi BBM berbasis fosil tersebut dapat menguras devisa negara untuk mensubsidi harga BBM dalam negeri yang berada di bawah harga pokok BBM dunia. Sehingga diperlukan bahanbakar alternatif yang dapat diperbarui. Salah satu bahan

bakar alternatif yang sangat potensial untuk dikembangkan adalah penggunaan *biofuel*.

*Biofuel* merupakan bahan bakar alternatif terbarukan yang dapat diproduksi dari biomassa dan produk turunannya serta bahan *non-fosil* lainnya. Salah satunya adalah *palm fatty acid distillate* (PFAD). PFAD merupakan produk samping yang dihasilkan dari pengolahan *crude palm oil* (CPO). PFAD dominan mengandung asam lemak bebas dan sedikit trigliserida. Trigliserida dan asam lemak bebas merupakan hidrokarbon rantai panjang sehingga bila dilakukan proses perengkahan maka akan menghasilkan bahan bakar minyak [Zahrina dkk, 2006].

Perengkahan merupakan suatu cara untuk memecah rantai molekul hidrokarbon yang besar menjadi molekul yang lebih kecil. Pemecahan ini menggunakan suhu dan tekanan yang

tinggi tanpa adanya katalis, atau suhu dan tekanan yang rendah dengan menggunakan katalis [Clark, 2003], seperti halnya mengubah PFAD menjadi *biofuel* dengan proses perengkahan.

Hidayati (2013) menggunakan abu tandan kosong sawit (TKS) sebagai katalis pada proses perengkahan katalitik *Palm Fatty Acid Distillate* (PFAD) menjadi *biofuel*, karena diketahui abu TKS mempunyai kadar kalium yang cukup tinggi (38,32%). dengan variasi temperatur (350 - 430°C) dan kecepatan pengadukan (100 – 300 rpm). Nasikin dkk, (2009) menggunakan katalis zeolit alam aktif yang diimpregnsi dengan logam Ni dan Mo pada perengkahan dan reaksi hidrogenasi minyak sawit menjadi biogasolin. Nurjanah dkk, (2012) menggunakan katalis Au/HZSM-5 dan komposisinya pada proses perengkahan minyak kelapa sawit menjadi *biofuel*. Yelmida dkk, (2011) melakukan perengkahan PFAD menggunakan katalis zeolit sintesis untuk menghasilkan *biofuel*.

Penggunaan katalis dari golongan logam alkali untuk pembuatan *biofuel* juga telah banyak dilakukan. Ibnu, (2009) membuat Biodiesel dengan proses transesterifikasi menggunakan katalis Natrium Karbonat ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) dari bahan baku minyak kelapa. Dandik dan Aksoy (1999), melakukan pirolisis minyak bunga matahari menggunakan katalis natrium karbonat, silika-alumina dan HZSM-5. Setelah dilakukan pengujian ketiga katalis tersebut, Dandik dan Aksoy mendapatkan bahwa konversi tertinggi didapat pada penggunaan katalis natrium karbonat dengan konversi 73,17%. Mengacu pada penelitian yang menggunakan katalis Natrium Karbonat untuk pembuatan *biofuel*, maka pada penelitian ini penulis mencoba menggunakan natrium karbonat sebagai katalis untuk perengkahan PFAD dalam menghasilkan *biofuel*.

Penelitian ini bertujuan mendapatkan yield tertinggi *biofuel* dengan pengaruh variasi temperatur dari 350-430°C dan konsentrasi katalis

Natrium Karbonat ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) 0,5-2,5% dalam proses perengkahan katalitik. Hasil penelitian ini diharapkan diketahui temperatur reaksi dan konsentrasi katalis terbaik yang menghasilkan yield tertinggi *biofuel* tertinggi dan penggunaan natrium karbonat sebagai katalis dalam proses perengkahan PFAD untuk menghasilkan *biofuel* memberikan konversi yang baik seperti penggunaan katalis lainnya.

## **2. Metodologi Penelitian**

### **2.1 Persiapan PFAD**

PFAD dipanaskan hingga suhu 60°C-70°C. Proses pemanasan ini dilakukan untuk mencairkan PFAD yang berbentuk padat.

### **2.2 Proses Perengkahan PFAD**

Pada perengkahan PFAD, reaksi berlangsung secara semi *batch*. Reaksi dilakukan pada rentang temperatur 350-430°C dan konsentrasi katalis  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  0,5-2,5% dari berat umpan. PFAD sebanyak 150 gram dan katalis  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  sebanyak 1% berat dari PFAD (1,5 gram) dimasukkan ke dalam reaktor *cracking* selanjutnya gas nitrogen dialirkan ke dalam reaktor dengan laju alir 150 ml/menit dan dilakukan pengadukan. Reaksi perengkahan dilakukan selama 120 menit. Hasil *biofuel* yang diperoleh kemudian dianalisa dengan menggunakan *gas chromatography-mass spectroscopy* (GC-MS) dan dianalisa sifat fisiknya.

## **3 Hasil Dan Pembahasan**

### **3.1 Analisa GC-MS Sampel *Palm Fatty Acid Distillate* (PFAD)**

PFAD sebagai bahan baku yang digunakan memiliki tampilan fisik berwarna kuning dan merupakan padatan pada suhu kamar. Analisis terhadap PFAD diperlukan untuk mengetahui senyawa kimia yang terkandung pada sampel. Adapun kandungan senyawa kimia pada PFAD yang digunakan pada penelitian ini ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1 Kandungan Senyawa Kimia PFAD

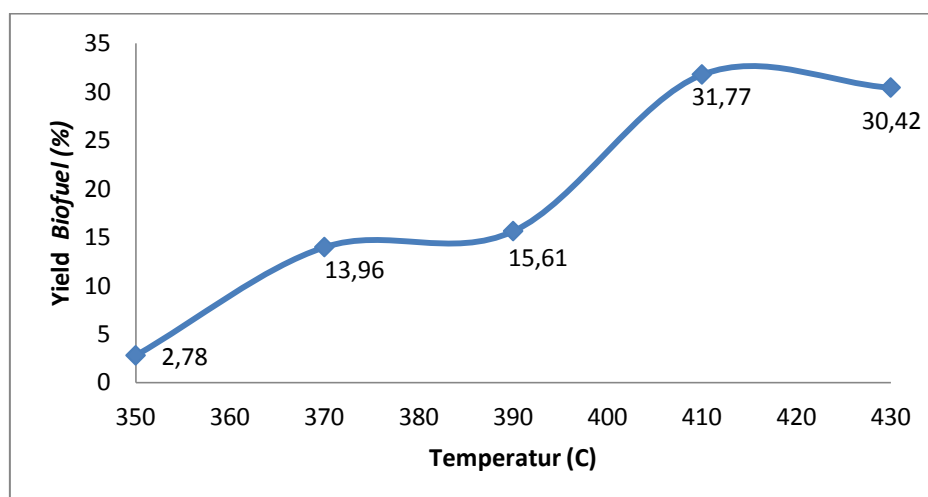
Peak#	% Area	Senyawa	Rumus Molekul
1	69.91	Asam palmitat	$C_{16}H_{32}O_2$
2	26.48	Asam linoleat	$C_{18}H_{32}O_2$
3	3.62	Tetradecynone	$C_{14}H_{24}O$

Berdasarkan Tabel 1 dapat diketahui bahwa kandungan senyawa kimia terbesar di dalam PFAD merupakan asam palmitat sebesar 69,91% dan asam linoleat sebesar 26,48%. Kandungan asam lemak pada PFAD ini lebih tinggi dari pada kandungan asam lemak yang dilaporkan oleh Chongkong (2007) yaitu asam palmitat sebesar 45,6% dan asam oleat sebesar 33,3%. Pada penelitian ini analisa GC-MS

dilakukan di laboratorium Kimia Organik Universitas Gajah Mada.

### 3.2 Pengaruh Variasi Temperatur dan Konsentrasi Natrium Karbonat ( $Na_2CO_3$ ) Terhadap *Yield Biofuel* (%)

Perengkahan PFAD dilakukan pada temperatur 350 °C, 370 °C, 390 °C, 410 °C dan 430 °C. PFAD sebanyak 150 gr (175 ml) direngkah selama 2 jam dengan laju alir gas  $N_2$  150 ml/menit. Pengaruh temperatur terhadap *Yield* (%) dapat dilihat pada Gambar 1.



Gamabar 1 Pengaruh Temperatur Terhadap *Yield Biofuel* (%).

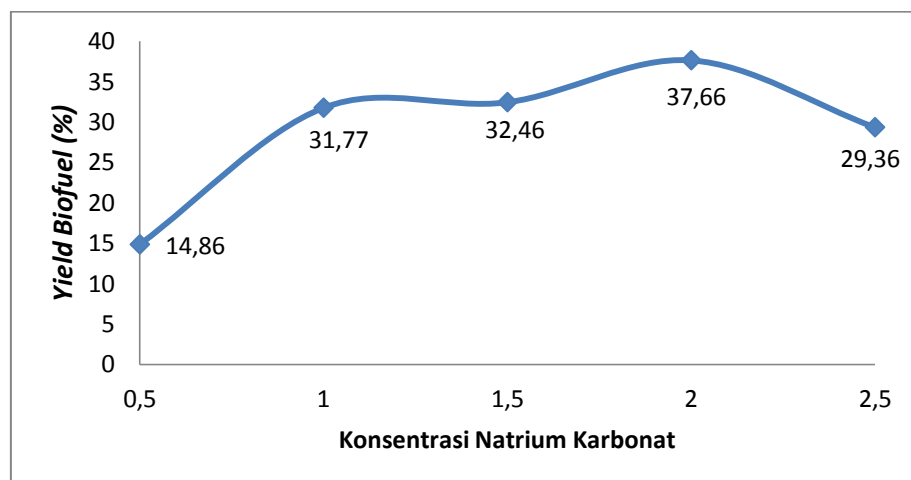
Pada Gamabar 1 menunjukkan bahwa temperatur berpengaruh terhadap *yield biofuel* (%) yang dihasilkan, semakin tinggi temperatur maka *yield biofuel* (%) yang dihasilkan cenderung meningkat. Peningkatan ini disebabkan semakin tinggi temperatur yang digunakan maka reaksi akan semakin cepat terjadi, sehingga *yield biofuel* (%) yang dihasilkan juga semakin meningkat. Meningkatnya energi kinetik partikel pereaksi akan memperbanyak tumbukan yang terjadi antar partikel pereaksi sehingga reaksi berlangsung lebih cepat [Lestari, 2011].

*Yield biofuel* (%) terbesar dihasilkan pada temperatur 410°C, yaitu sebesar 31,77%. Namun, pada temperatur 430°C *yield biofuel* (%) yang diperoleh hanya sebesar 30,42%. Penurunan *yield biofuel* (%) disebabkan terjadinya peningkatan produk gas yang tak dapat terkondensasikan pada proses perengkahan dengan temperatur yang tinggi, sehingga menurunkan nilai *yield* (%) produk.

Temperatur optimum yang diperoleh untuk proses perengkahan PFAD adalah 410°C. Menggunakan temperatur optimum tersebut dilakukan perengkahan PFAD dengan variasi konsentrasi  $Na_2CO_3$

yakni 0,5%, 1%, 1,5% 2%, dan 2,5% dari berat PFAD yang digunakan. Pengaruh konsentrasi katalis terhadap *yield biofuel*

(%) yang dihasilkan dapat dilihat pada Gambar2.



**Gambar 2** Pengaruh Konsentrasi  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  Terhadap *Yield Biofuel* (%)

Pada Gambar 2 dapat dilihat *yield biofuel* (%) semakin bertambah seiring penambahan jumlah katalis yang digunakan dalam proses perengkahan katalitik. Hal ini menunjukka bahwa jumlah  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  yang ditambahkan berperan untuk meningkatkan produk *biofeul*. Penambahan jumlah katalis akan memperbesar peluang reaktan untuk saling bereaksi lebih banyak untuk menghasilkan produk.

*Yield biofuel* (%) tertinggi diperoleh ketika penambahan katalis 2% yaitu sebesar 37,66%. Namun, seiring penambahan katalis pada proses perengkahan katalitik terjadi beberapa penurunan *yield biofuel* (%). Hal ini terjadi karena penambahan jumlah  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  merengkah asam lemak pada PFAD membentuk fraksi hidrokarbon bahan bakar seperti fraksi *gasoline*, *kerosene*, *diesel* dan juga senyawa lainnya seperti

keton dan aldehid. Selain itu, juga membentuk berbagai macam komponen fraksi hidrokarbon yang lebih ringan, sehingga produk gas semakin meningkat. Fraksi hidrokarbon yang ringan ini sulit untuk terkondensasi sehingga lepas ke udara dan hal inilah yang menyebabkan terjadi penurunan *biofuel*.

### 3.3 Analisa Gas Chromatography Mass Spectroscopy (GC-MS)

Analisa Gas Chromatography Mass Spectroscopy (GC-MS) dilakukan untuk mengetahui jenis dan komposisi senyawa-senyawa yang terdapat pada produk *biofuel* yang dihasilkan dari proses perengkahan. Dari hasil analisa GC-MS yang dilakukan, dapat diketahui besarnya fraksi *biofuel* yang berupa *gasoline*, *kerosin* dan *diesel*.

**Tabel 2** Komposisi *Biofuel* Hasil Perengkahan Dari Hasil Analisa GC-MS

Produk <i>Biofuel</i>	Temperatur (°C)								
	350	370	390	410	430	410			
	Konsentrasi Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> (%)								
	1					0,5	1,5	2	2,5
Gasoline	10,34	1,72	28,51	38,37	44,16	30,09	46,45	17,95	35,63
Kerosin	-	38,06	10,18	12,79	11,57	10,91	5,09	42,47	15,29
Diesel	14,01	21,30	29,60	30,61	26,18	11,00	37,23	12,80	34,71
Total (%)	24,35	61,08	68,29	81,77	81,91	52,00	88,77	73,22	85,63

Pada Tabel 2 dapat dilihat komposisi *biofuel* yang di peroleh dari hasil perengkahan katalitik PFAD. Komposisi tersebut terdiri dari alkana-alkana penyusun bahan bakar *gasoline* (C<sub>5</sub>-C<sub>12</sub>), *kerosene* (C<sub>13</sub>-C<sub>14</sub>), dan *diesel* (C<sub>15</sub>-C<sub>18</sub>). Pada temperatur 410°C dan 430°C pada produk *biofuel* terdapat senyawa-senyawa penyusun bahan bakar gasolin dan diesel, sedangkan pada temperatur dibawah 410°C produk *biofuel* didominasi oleh senyawa-senyawa penyusun kerosin. Hal ini terjadi karena dengan semakin tinggi temperatur proses perengkahan maka komponen senyawa penyusun semakin beragam.

### 3.4 Karakteristik *Biofuel* Secara Fisika

*Biofuel* yang diperoleh dari perengkahan Palm Fatty Acid Distillate (PFAD) ini kemudian dianalisa sifat fisiknya diantaranya Viskositas, massa jenis (densitas) dan titik nyala (flash point). Hasil pengujian *biofuel* yang diperoleh ini dibandingkan dengan nilai standar *gasoline* dan hasilnya dapat dilihat pada Tabel 3.

**Tabel 3** Perbandingan Karakteristik Sifat Fisika *Biofuel*

Parameter	Standar <i>Gasoline</i>	<i>Biofuel</i> Penelitian
Densitas (g/ml)	0,715-	0,839
Viskositas (mm <sup>2</sup> /s)	0,785 0,7-0,78	2,447 42°C
Flash point (°C)	43°C	

Densitas *biofuel* yang dihasilkan dari proses perengkahan PFAD dengan katalis Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> lebih kecil dari pada densitas standar untuk bahan bakar bensin. Hal ini dikarenakan pada produk *biofuel* yang dihasilkan masih terdapat komponen kerosin, diesel, dan lainnya yang dapat memberatkan massa jenis atau densitas produk.

Nilai viskositas *biofuel* produk berada di bawah batas standar untuk bahan bakar *gasoline*. Komponen lain yang masih terkandung di dalam *biofuel* mempengaruhi nilai viskositas produk, sehingga viskositas produk lebih besar dari batas standar viskositas untuk bahan bakar *gasoline*.

Titik nyala *biofuel* yang dihasilkan dari proses perengkahan PFAD dengan katalis Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> hampir mendekati batas minimum titik nyala untuk bahan bakar *gasoline*. Hasil pengujian sifat fisik produk *biofuel* yang dilakukan dapat diketahui bahwa produk memiliki sifat fisik yang mendekati sifat fisik bahan bakar *gasoline* atau bensin. Namun, dikarenakan masih terdapatnya komponen-komponen lain di dalam produk *biofuel* yang dihasilkan menyebabkan densitas dan viskositas produk lebih besar dari pada densitas dan viskositas standar untuk bahan bakar *gasoline*.

## 4. Kesimpulan dan Saran

### 4.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian perengkahan PFAD dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Yield *biofuel* terbesar di peroleh pada temperatur 410°C dan Natrium Karbonat (Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>) 2% berat, yaitu sebesar 37,66%.
2. Kondisi proses terbaik pada konsentrasi Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 1,5% berat dan temperatur 410°C diperoleh *biofuel* sebesar 88,77% (*Gasoline* 46,45%, *Kerosene* 5,09% dan *Diesel* 37,23%)
3. Komposisi produk *biofuel* terbesar adalah *gasoline*. Pada produk *biofuel* terbesar pada komposisi *gasoline* sebesar 46,45%.

### 4.2 Saran

Untuk perbaikan kegiatan penelitian selanjutnya, disarankan peneliti menggunakan katalis dengan konsentrasi lebih tinggi dan meningkatkan laju alir gas Nitrogen agar mengurangi pembentukan produk samping yaitu fraksi aldehid dan keton.

## Daftar Pustaka

- Armansyah Surya. 2011. *"Trend Minyak Mentah serta BBM Indonesia 10 Tahun ke Depan"*, Warta Pertamina Edisi Januari 2011.
- Chongkhong, S., 2007. *"Biodiesel Production by Esterification of Palm Fatty Acid Distillate"*, Prince of Songkla University, Thailand.
- Clark, J. 2003. Cracking Alkanes, <http://www.chemguide.co>, diakses pada 2 Juni 2013.
- Dandik, L., Aksoy, H.A., 1999. *"Effect of catalyst on the pyrolysis of used oil carried out in a fractionating pyrolysis reactor"*. *Renew. Energy*, 16 (1-4), 1007-1010.
- Lestari. 2006. *Sintesis Katalis Ni/Mo untuk Hydrotreating Coker Nafta*. Tesis Magister, Institut Teknologi Bandung, Indonesia.

Nasikin, M., Susanto, B.H., Hirsaman, M.A., dan Wijanarko, A. 2009. *"Biogasoline from Palm Oil by Simultaneous Cracking and Hydrogenation Reaction over NiMo/zeolite Catalyst"*, *World Applied Science Journal*, 5, 74-79, ISSN: 1818-4952.

Nurjannah, Danawati, Tillotama A.S. 2012. *"Produksi Biofuel dari Minyak Kelapa Sawit dengan Katalis Au/HZSM-5 dan Kompositnya"*, *Jurnal Teknik ITS*, 1(1), 142-146, ISSN: 2301-9271

Yelmida, Zahrina, I dan Akbar, F., 2011. Perengkahan PFAD (Palm Fatty Acid Distillate) Dengan Katalis Zeolit Sintesis Untuk Menghasilkan Biofuel, *Jurnal Rekayasa Kimia dan Lingkungan*, 1(8), 13-18, ISSN 1412-5064.

Zahrina, I., Saputra, E., dan Evelyn. 2006. *"Sintesis ZSM-5 Tanpa Templat Menggunakan Abu Sawit sebagai Sumber Silika"*. *HEDS Seminar on Science and Technology*, Jakarta.